



نشست تخصصی ارزیابی مشخصات فنی تجهیزات و انتخاب آنها با هدف کاهش تلفات انرژی الکتریکی

طرح راهبردی کاهش تلفات انرژی الکتریکی - آبان ۹۷

رئوس مطالب - بخش اول



مقدمه

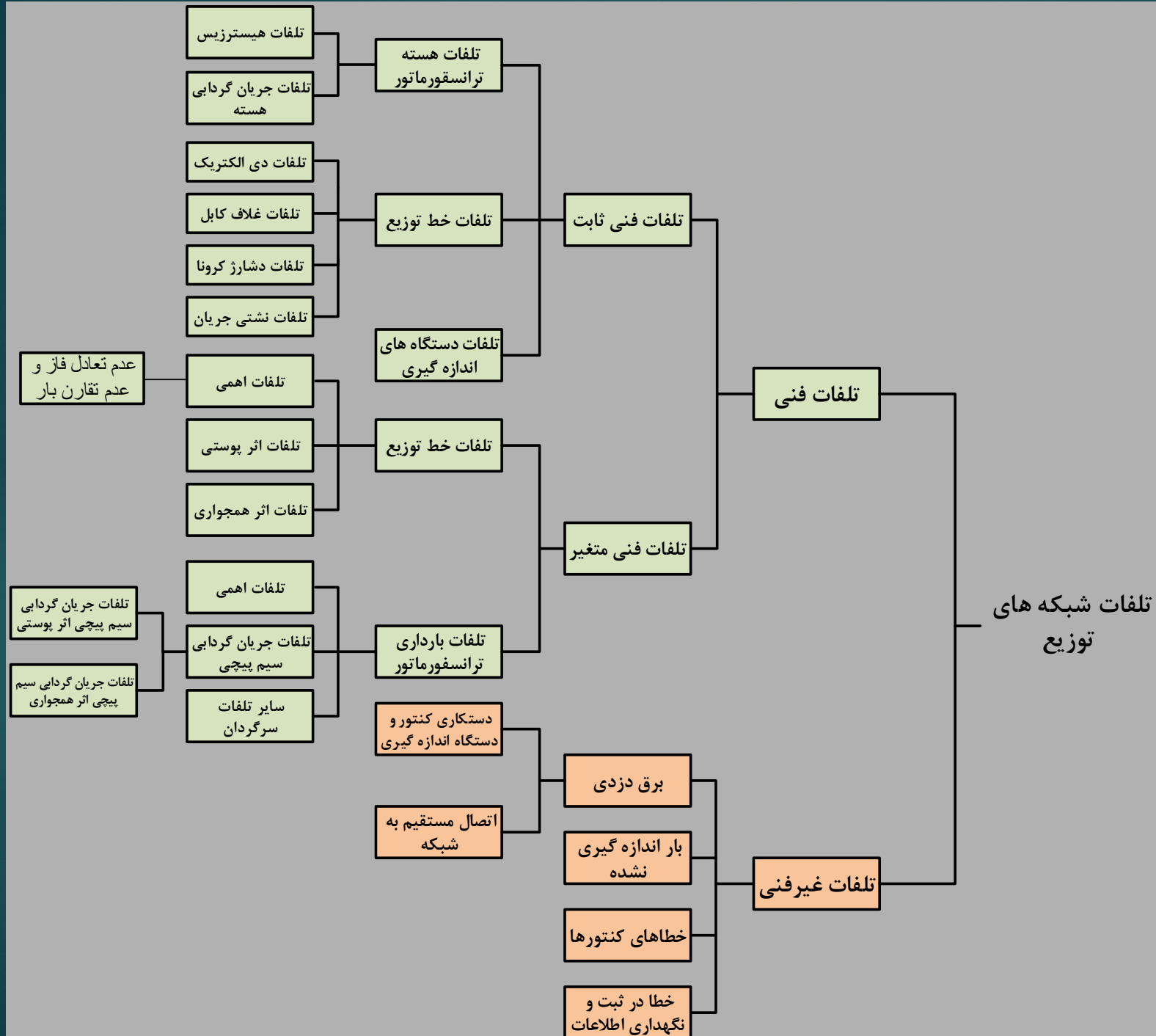
معیارهای اجباری در ارزیابی تجهیزات اصلی شبکه توزیع برق و میزان اهمیت تلفات در انتخاب تجهیزات

شناسایی تجهیزات اصلی موثر بر تلفات شبکه توزیع برق

بررسی راندمان ترانسفورماتور توزیع و سایر تجهیزات اصلی شبکه در استانداردهای بین المللی

سوالات قابل توجه

دلایل عمده بروز تلفات در شبکه های توزیع نیروی برق





دلایل عمده **افزایش** تلفات در شبکه های توزیع نیروی برق

- ▶ طراحی نامناسب شبکه
- ▶ عدم تقارن بار فازها در شبکه فشار ضعیف (بدلیل ماهیت تکفاز و غیرهمگون بودن بارها)
- ▶ عدم تعادل بار فیدرهای فشار ضعیف و فشار متوسط
- ▶ استفاده نامناسب از ظرفیت ترانسفورماتورها و طراحی پست با ظرفیت بالا جهت لحاظ نمودن افزایش بار در آینده
- ▶ **راندمان نامناسب تجهیزات شبکه**
- ▶ عدم توجه کافی به اصلاح، بهبود و توسعه شبکه



- ▶ افت ولتاژ شدید شبکه
- ▶ عدم تکمیل و اجرای طرح جامع بلند مدت شبکه های توزیع
- ▶ انشعابات غیر مجاز
- ▶ نشتی جریان (شامل نشتی از طریق مقره ها و شاخه درختان)
- ▶ فرسودگی تجهیزات خطوط و پست ها
- ▶ افزایش زیاد دمای محیط (منجر به افزایش مقاومت و تلفات اهمی)

مراحل انتخاب تجهیزات



- ▶ خواسته های خریدار
- ▶ بررسی مشخصات محل نصب
- ▶ ارائه مشخصات اجباری تجهیزات
- ▶ امتیازدهی فنی براساس مشخصات فنی
- ▶ انجام آزمون های تجهیزات
- ▶ انتخاب تجهیزات

خواسته های خریدار



- ☐ نوع ترانسفورماتور
- ☐ ظرفیت نامی
- ☐ تعداد ترانسفورماتور
- ☐ محل نصب
- ☐ نوع اتصالات فشار قوی
- ☐ رله بوخهلتز، ترمومتر، جرقه گیر و ...

مشخصات تأثیر گذار محل نصب



- ❑ فرکانس نامی
- ❑ تعداد فازها
- ❑ ولتاژ سیستم (نامی و حداکثر)
- ❑ سیستم زمین
- ❑ ویژگی‌های محیطی از جمله حداقل و حداکثر درجه حرارت محیط، درصد رطوبت نسبی، ارتفاع از سطح دریا و احتمال وقوع زلزله

مشخصات اجباری ترانسفورماتورها



مقدار اجباری	مشخصات اجباری
۲۴ kVeff	حداکثر ولتاژ سیستم در سمت فشار قوی
۱/۱ kVeff	حداکثر ولتاژ سیستم در سمت فشار ضعیف
AB□	حداکثر سطح تلفات مجاز
۱۵ درصد مطابق با استاندارد IEC 600 76-1	حداکثر تفرانس تلفات بارداری
۱۵ درصد مطابق با استاندارد IEC 600 76-1	حداکثر تفرانس تلفات بی باری
۱۰ درصد مطابق با استاندارد IEC 600 76-1	حداکثر تفرانس تلفات کامل
Core type	نوع هسته
۰/۳ g	حداقل شتاب زلزله قابل تحمل

بررسی اجزاء تلفات در شبکه های توزیع کشورهای مختلف- مطالعات بین المللی



▶ کانادا

▶ ایالات متحده

▶ برزیل

▶ انگلستان

▶ آلبانی

▶ هند

بررسی اجزاء تلفات در شبکه های توزیع کشورهای مختلف - مطالعات بین المللی (ادامه)



▶ اندازه تلفات انرژی قسمت های مختلف در شبکه شهری و روستایی کشور کانادا موسوم به Hydro one

تلفات تخمینی بر مبنای درصدی از انرژی فروخته شده		اجزاء تلفات
روستایی	شهری	
۰.۷	۰.۱	خطوط فوق توزیع
۰.۷	۰.۱	ترانسفورماتورهای قدرت پست فوق توزیع
۱.۴	۰.۲	مجموع فوق توزیع
۲.۵	۰.۹	خطوط فشار متوسط
۰.۹	۰.۵	خطوط فشار ضعیف
۳.۴	۱.۴	مجموع خطوط توزیع
۱.۷	۱.۲	تلفات بی باری ترانسفورماتورهای توزیع
۰.۸	۰.۸	تلفات بارداری ترانسفورماتورهای توزیع
۲.۵	۲.۰	مجموع ترانسفورماتورهای توزیع
۷.۳	۳.۶	مجموع

بررسی اجزاء تلفات در شبکه های توزیع کشورهای مختلف- مطالعات ملی



طیس ▶

بروجرد ▶

زنجان ▶

مطالعه تجهیزات اصلی موثر بر تلفات در شبکه های توزیع



مراکز ایجاد تلفات در شبکه توزیع:

- ▶ ترانسفورماتورهای توزیع
- ▶ هادیها و کابلها (فشار متوسط و فشار ضعیف)
- ▶ کنتورها و لوازم اندازه گیری (CT ، PT)
- ▶ اتصالات
- ▶ تابلوها
- ▶ کلیدها و قطع کننده ها
- ▶ مقرها و بوشینگها

تلفات ترانسفورماتورهای توزیع



- ▶ تلفات و بازده واقعی ترانسفورماتورهای توزیع کشور
- ▶ نقش مواد و طراحی اولیه در کاهش تلفات
- ▶ طراحی فنی ترانس های توزیع به منظور افزایش بازده آن
- ▶ تلفات انرژی ناشی از عدم تطابق مشخصات فنی ترانسفورماتورهای موازی در اکثر پست های توزیع
- ▶ تلفات اضافی ناشی از کثیفی روغن و لجن گرفتگی دور سیم پیچ های ترانسفورماتورهای توزیع
- ▶ تلفات ناشی از جذب رطوبت توسط روغن ترانسفورماتورهای توزیع
- ▶ تلفات اضافی ناشی از اتصال کوتاه های متوالی بر روی فیدرهای ثانویه ترانسفورماتورهای توزیع
- ▶ بکارگیری ترانسفورماتورهای نوع خشک رزینی

تلفات تجهیزات اندازه گیری - کنتور



- ▶ مصارف داخلی کنتورها چیزی در حدود یک تا دو وات می باشد.
- ▶ علاوه بر مصارف داخلی کنتورها که می تواند سبب افزایش تلفات در شبکه های برق رسانی گردد، خطای اندازه گیری نیز می تواند باعث بروز اشتباهاتی در میزان انرژی مصرف شده گردد.
- ▶ در کشور انگلستان توان وارد شده به شبکه توزیع توسط کنتورهای با دقت $\pm 0.5\%$ اندازه گیری می شود و توان تحویلی توسط کنتورهایی که در بهترین حالت تا $\pm 1\%$ و در بدترین حالت از 3.5% تا 2.5% خطا دارند اندازه گیری می شود.

تلفات تجهیزات اندازه گیری - کنتور (ادامه)



خطای لوازم اندازه گیری ممکن است تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله موارد زیر بوجود آید:

- ▶ خطای مجاز مربوط به سازنده ؛
- ▶ ایجاد خطا در اثر پیری ؛
- ▶ ایجاد خطا در اثر اضافه بار ؛
- ▶ ایجاد خطا در اثر تغییرات درجه حرارت محیط ؛
- ▶ ایجاد خطا در اثر نصب نادرست ؛
- ▶ بروز خطا در اثر تغییرات ولتاژ و فرکانس ؛
- ▶ بروز خطا در اثر رطوبت هوا ؛
- ▶ بروز خطا در اثر نفوذ گرد و غبار در داخل کنتور ؛
- ▶ بروز خطا در اثر خرابی کنتور ؛

در کنتورهای مکانیکی با افزایش عمر کنتور و فرسوده شدن یاتاقان های کنتور، خطای کنتور تا بیشتر از ۴ درصد نیز می تواند افزایش یابد این در حالی است که کلاس دقت اکثر کنتورهای دیجیتالی ۱ درصد است.

تلفات تجهیزات اندازه گیری- ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان



- ▶ دو منبع تلفات در این تجهیزات اندازه گیری وجود دارد. یکی تلفات فنی که ناشی از مصرف داخلی و دیگری تلفات غیر فنی که ناشی از خطای اندازه گیری در این تجهیزات است.
- ▶ تلفات فنی این تجهیزات بسیار کم و در مقابل توان عبوری از آنها بسیار ناچیز است.
- ▶ چند عامل زیر می تواند در افزایش این اشتباهات دخالت داشته باشند:
 - ▶ خطای ناشی از معیوب بودن دستگاه ؛
 - ▶ خطای ناشی از اتصالات غلط مدارها ؛
 - ▶ خطای ناشی از بکارگیری ضرایب تبدیل ؛

تلفات در هادیها



بخش قابل توجهی از انرژی الکتریکی به صورت تلفات ژولی (RI^2) در خطوط انتقال و توزیع نیرو به هدر می رود.

سطح مقطع و جنس هادی‌ها اصلی‌ترین عوامل تعیین کننده در میزان مقاومت هادی و تلفات آن هستند.

به منظور ارائه یک برآورد از میزان تلفات هادیها نسبت به توان عبوری از آنها، مقاومت هادی‌های هوایی در حداکثر دمای مجاز محاسبه گردیده و به همراه بیشترین جریان مجاز، امکان محاسبه حداکثر درصد تلفات در هر کیلومتر از هادی نسبت به جریان عبوری از آن با ضریب توان ۰.۹ را فراهم می نماید.

نام	مقاومت AC ۷۰ درجه	بیشترین جریان مجاز	بیشترین درصد تلفات در هر کیلومتر (%)
FOX	0.94	192	0.9
MINK	0.55	298	0.787
DOG	0.33	417	0.7
PARTRIDGE	0.2	460	0.53

تلفات در کابلها

► مشابه آنچه در مورد هادیهای هوایی جهت محاسبه تلفات در هر کیلومتر از طول هادی صورت پذیرفت، محاسبات مشابهی نیز برای کابلها با توجه به نوع هادی مسی یا آلومینیومی و همچنین شرایط نصب (مدفون در زمین و یا نصب در هوا) صورت پذیرفته است.

سطح مقطع	مقاومت AC ۹۰ درجه	مقاومت AC ۹۰ درجه	بیشترین جریان مجاز زمینی		بیشترین جریان مجاز هوایی		بیشترین درصد تلفات در هر کیلومتر زمینی		بیشترین درصد تلفات در هر کیلومتر هوایی	
	CU	AL	CU	AL	CU	AL	CU	AL	CU	AL
16	1.47	2.44	99	76	96	73	0.862	1.091	0.836	1.048
25	0.93	1.54	127	97	126	99	0.702	0.879	0.697	0.897
35	0.671	1.11	155	116	157	122	0.620	0.757	0.628	0.797
50	0.495	0.82	183	139	196	149	0.538	0.670	0.576	0.719
70	0.319	0.567	221	168	248	190	0.420	0.560	0.471	0.634
95	0.247	0.41	264	204	299	235	0.388	0.492	0.440	0.567
120	0.196	0.324	298	231	357	275	0.345	0.440	0.414	0.524
150	0.159	0.264	334	259	411	320	0.318	0.402	0.392	0.497
185	0.127	0.21	370	290	479	370	0.279	0.358	0.361	0.457
240	0.0965	0.16	424	340	569	445	0.243	0.320	0.326	0.419
300	0.0769	0.128	470	382	659	514	0.215	0.288	0.301	0.387
400	0.0602	0.1	556	437	769	605	0.199	0.257	0.275	0.356

تلفات در مقره ها



- ▶ از آنجا که اندازه ولتاژ شبکه توزیع فشار ضعیف بسیار پایین است، جریان نشتی در آن نیز بسیار کوچک بوده و لذا در منابع موجود مورد چشم پوشی قرار گرفته است.
- ▶ طبق اندازه گیری ها در یک مقره 20 KV سرامیکی توزیع، مولفه ی اول این جریان از 0.4 میلی آمپر در حالت تمیز تا حدود 1.2 میلی آمپر در شرایط آلوده نمکی تغییر می کند.
- ▶ با در نظر گرفتن جران نشتی متوسط 0.8 میلی آمپر برای هر مقره خط فشار متوسط، تلفات 3 مقره در خط 20 KV حدود 41.6 W می گردد. متوسط اسپن در خطوط فشار متوسط حدود 60 متر است که لذا این تلفات برابر 693 W/Km برآورد می گردد.
- ▶ فیدرهای فشار متوسط عمدتاً دارای مقدار بار بیشتر از 2 مگاوات می باشند؛ لیکن چنانچه بار عبوری از یک فیدر نمونه با طول 5 کیلومتر، برابر با 2 مگاوات در نظر گرفته شود، آنگاه مقدار تلفات ایجاد شده در اثر جریان نشتی مقره کمتر از 0.2 درصد خواهد بود.

تلفات در اتصالات



میزان مقاومت اتصالات بر اساس دستورالعمل شرکت توانیر

نوع اتصال	اتصال مناسب میلی اهم	اتصال نامناسب میلی اهم
کانکتور مسی یک پیچه	۱.۴۷	۲.۸
کانکتور مسی دو پیچه	۱.۵۵	۱.۹۲
کلمپ	۲.۲۷	۲.۸۷
کابل شو	۰.۱	۰.۵۵

یک فیدر ۲۰ KV با جریان ۸۰ آمپر و نهایتاً مقاومت ۳ میلی اهم، درصد تلفاتی حدود ۰.۰۰۱٪ دارد.

در یک اتصال ۲۳۰ ولت با جریان ۵۰ آمپر و نهایتاً مقاومت ۳ میلی اهم، تلفات در حدود ۰.۰۰۷٪ است.

تلفات در کلیدها و فیوزها



- ▶ عبور جریان از کنتاکت کلیدها و فیوزها سبب اتلاف انرژی می‌گردد.
- ▶ استاندارد در زمینه اندازه تلفات در این تجهیزات در دسترس نیست و اطلاعات موجود در این زمینه نیز موردی می‌باشد.
- ▶ در این زمینه شرکت EATON مطالعات و اندازه‌گیری‌هایی را انجام داده است.
- ▶ تلفات تجهیزات کلیدزنی KV ۱۵

equipment	Rated current (A)	Loss (W)	Loss (%)
EATON Breakers	1200-4000	600-4000	0.0035-0.0019%
EATON unfused switch	600-1200	500-750	0.0032-0.0024%
EATON CL 100 A fuse	100	840	0.07%
ABB fuses	6 –80	44-118	0.06-0.01%

- ▶ تلفات تجهیزات کلیدزنی V ۴۸۰

equipments	Rated current (A)	Loss (W)	Loss (%)
breaker	800-5000	400-4700	0.11-0.06%
Fuse limiters—800 A CB	800-4000	200-4500	0.39-0.09%



تلفات تابلوها در مقایسه با توان انتقالی ناچیز است. ▶

equipment	Loss (W)	equipment2	Loss (W)
800 A Busway	44 per foot	2500 A Busway	103 per foot
1200 A Busway	60 per foot	3200 A Busway	144 per foot
1350 A Busway	66 per foot	4000 A Busway	182 per foot
1600 A Busway	72 per foot	5000 A Busway	203 per foot
2000 A Busway	91 per foot	Panelboards, 225 A, 42 circuit	300

تلفات در بانکهای خازنی



- ▶ بر اساس استاندارد IEC 60831 تلفات دی الکتریک خازن ها بایستی کمتر از ۰.۲ W/KVAR و تلفات مجموع آن ها بایستی کمتر از ۰.۴۵ W/KVAR باشد.
- ▶ در عمل این مقدار کمتر است و به طور مثال مجموع تلفات یک واحد خازنی شرکت زیمنس کمتر از ۰.۲ W/KVAR با فیوز داخلی و کمتر از ۰.۱۲ W/KVAR بدون فیوز داخلی است.

تجهیزات اصلی موثر بر تلفات



▶ بر اساس مطالعات صورت پذیرفته در این مرحله، بیشترین تلفات در شبکه به ترتیب مربوط به هادی‌های فشار ضعیف، هادی‌های فشار متوسط، بارداری ترانسفورماتورها، تجهیزات اندازه‌گیری، بی‌باری ترانسفورماتورها، مقره‌ها، اتصالات و تابلوها و نهایتاً کلیدهای LV و MV می‌باشد.

▶ از این رو، با معیار تجهیزاتی که سبب بروز حداقل حدود ۱ درصد تلفات در شبکه توزیع میشوند به عنوان تجهیزات اصلی موثر بر تلفات شناسایی می‌شوند:

▶ سیم و کابل

▶ ترانسفورماتور توزیع

▶ کنتور

▶ CT و PT

ترانسفورماتورهای توزیع - بررسی اقدامات و استانداردهای کاهش تلفات در کشورهای جهان



می توان از ترانسفورماتور به عنوان منعطف ترین تجهیز از حیث امکان ایجاد تغییر مبتنی بر بهبود شرایط تلفاتی، در سیستم توزیع یاد کرد. زیرا در مقایسه با سایر تجهیزات مهم نظیر هادی و کابل، از اجزای بیشتری تشکیل شده است و فناوریها و بهبودیهای بیشتری را می توان برای این تجهیز در نظر گرفت.

شایان ذکر است، در مواردی علی رغم استفاده از ترانسفورماتورهای مشابه، اما در نقاط مختلف جغرافیایی، بعضا این اعداد متفاوت در نظر گرفته شده اند.

برخی از این اختلافات مربوط به تعاریف متفاوت از استانداردهای بین المللی (اختلاف IEEE و IEC) است.

ترانسفورماتورهای توزیع - بررسی اقدامات و استانداردهای کاهش تلفات در کشورهای جهان (ادامه)



► به عنوان مثال در استاندارد IEEE، مقدار توان نامی خروجی با کسر تلفات بار داری و بی باری ارائه می شود و برای استاندارد IEC، همین عدد با در نظر گرفتن تلفات گزارش میشود. جدول (۲-۲) بخشی از این اختلافات را بیان می کند.

میزان اختلاف	KVA_{IEEE}	kVA_{IEC}	kVA بر حسب (Watts)	تلفات سیم - بندی بر حسب (Watts)	تلفات هسته بر حسب (Watts)	kVA_{IEC}
2.9%	48.6	50.0	50,000	1250	190	50
1.5%	394.2	400.0	400,000	4900	930	400
1.2%	1975.9	2000.0	2,000,000	21,000	3150	2000

ترانسفورماتورهای توزیع - استرالیا و نیوزیلند



- ▶ استرالیا و نیوزیلند استانداردهای بازده و بهره‌وری انرژی و برنامه رتبه‌بندی انرژی به نام «برنامه بهره‌وری انرژی (۳E)» را اجرا می‌کنند.
- ▶ در سال ۲۰۰۴، استرالیا و نیوزیلند حداقل استانداردهای عملکرد انرژی (MEPS) را برای ترانسفورماتورهای توزیع که در استاندارد استرالیا AS ۲۳۷۴.۱.۲-۲۰۰۳ است ایجاد کردند. این سطوح بهره‌وری که در سال ۲۰۰۴ اتخاذ شده، شبیه به استاندارد داوطلبانه ملی برای ترانسفورماتورهای توزیع روغنی (CSA ۸۰۲.۱-۲۰۰۰) در کشور کانادا است.
- ▶ این استاندارد دارای جداول حداقل بازده، با دو مقدار بازده برای هر سطح شامل حداقل سطح بازده و حداکثر سطح بازده است که ترانسفورماتورهای جدید پس از شروع تنظیم قیمت باید حداقل سطح را برآورده کنند. سطح بازده بالا اجازه می‌دهد تا شناسایی آسان محصولات با بازده بالا در سطح وارد کنندگان و تولیدکنندگان ترانسفورماتور رایج شود و استفاده از سطوح بازده داوطلبانه که در استاندارد مشخص است، مورد تشویق واقع شود.

ترانسفورماتورهای توزیع - استرالیا و نیوزیلند (ادامه)

مقادیر بازده ترانسفورماتورهای روغنی منطبق بر اساس استاندارد MEPS کشور استرالیا

بازده در درصد بارگذاری ۵۰٪		مقدار نامی kVA	روغنی ۵۰ هرتز
شرایط پیشنهادی MEPS2	شرایط کنونی MEPS		
98.42	98.30	10	تکفاز
98.64	98.52	16	
98.80	98.70	25	
99.00	98.90	50	
98.50	98.28	25	سه فاز
98.82	98.62	63	
99.00	98.76	100	
99.11	98.94	200	
99.19	99.04	315	
99.26	99.13	500	
99.32	99.21	750	
99.37	99.27	1000	
99.40	99.35	1500	
99.40	99.39	2000	



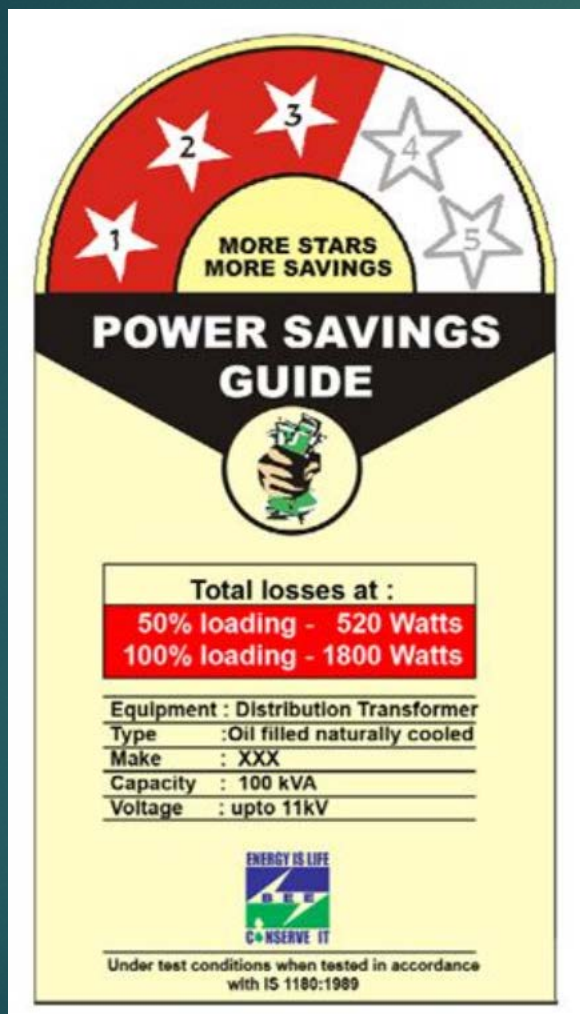
ترانسفورماتورهای توزیع - استرالیا و نیوزیلند (ادامه)

استاندارد استرالیا / نیوزیلند شامل جدولی از مقادیر بازده برای ترانسفورماتورهای توزیع در سطح استانداردهای بازده بالا (HEPS) داوطلبانه است و در این گزارش به عنوان سطوح بالای بهره‌وری (HEPL) نامگذاری شده است.



بازده در درصد بارگذاری ۵۰٪		مقدار نامی kVA	روغنی ۵۰ هرتز
HEPL2 پیشنهادی	HEPL فعلی		
98.74	98.42	10	تکفاز
98.83	98.64	16	
98.91	98.80	25	
99.10	99.00	50	
98.80	98.50	25	سه فاز
98.94	98.82	63	
99.10	99.00	100	
99.26	99.11	200	
99.34	99.19	315	
99.42	99.26	500	
99.45	99.32	750	
99.46	99.37	1000	
99.48	99.44	1500	

ترانسفورماتورهای توزیع - هند



در تاریخ ۵ ژانویه ۲۰۱۰، هند یک طرح برچسب-گذاری اجباری برای انواع خاصی از ترانسفورماتورهای توزیع سه فاز روغنی با تهویه طبیعی هوا تصویب کرد.

مطابق با بخش اول استاندارد داخلی هند IS ۱۱۸۰، برای ترانسفورماتورهای با ظرفیت ۱۶، ۲۵، ۶۳، ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوولت آمپر، برچسب انرژی مطابق با نمونه شکل تهیه می‌شود.



ترانسفورماتورهای توزیع - هند (ادامه)



در این فرایند برچسب گذاری، متناسب با بازده ترانسفورماتور ستاره بصورت برچسب به آن اختصاص داده می-شود. این روند در جدول زیر ذکر شده است.

وضعیت	براساس تلفات محاسبه شده در ۵۰٪ بار نامی
یک ستاره (پایه)	دسته بندی مرسوم ترانسفورماتور های بازار
دو ستاره	تجهیزات منطبق بر استانداردهای AP, NDPL (شرکت توزیع دهلی)
سه ستاره	تلفات کنترل شده در راستای (TOC) متوسط
چهار ستاره	تلفات کنترل شده در راستای (TOC) حداقلی
پنج ستاره	ترانسفورماتور های کم تلفات و بهینه

ترانسفورماتورهای توزیع - هند (ادامه)

► جدول زیر حداکثر تلفات مربوط به هر یک از دسته بندی پنج ستاره را در ۵۰

ترانسفورماتورهای توزیع - هند (ادامه)

► برای آزمون ترانسفورماتورها، هند با استاندارد IEC 60076 هماهنگ شده است. این مجموعه استانداردها تحت مرجع IS ۲۰۲۶ (استاندارد ملی هند) هستند و همه آنها در جدول ذیل ذکر شده است.



عنوان	سال	شماره استاندارد
Power transformers: Part 1 General	2011	IS 2026: Part 1
Power transformers Part 2 Temperature-rise	2010	IS 2026 : Part 2
Power Transformers Part – 3 Insulation Levels, Dielectric Tests and External Clearances in Air	2009	IS 2026 : Part 3
Power transformers: Part 4 Terminal marking, tappings and connections	1977	IS 2026 : Part 4
Power Transformers Part 5 Ability to Withstand Short Circuit	2011	IS 2026 : Part 5
Power Transformers Part 7 Loading Guide for Oil-Immersed Power Transformers	2009	IS 2026 : Part 7
Power Transformers : Part 8 Applications guide	2009	IS 2026 : Part 8
Power Transformers : Part 10 Determination of sound level	2009	IS 2026 : Part 10

جمع بندی استانداردهای بین المللی در زمینه راندمان ترانسفورماتور

استاندارد تجدید ساختار یافته	اجباری بودن؟	الزامات پیش بینی شده	مشخصات خانواده ترانسفورماتور توزیع	کشور	
AS2374.1.2-2003	اجباری از سال ۲۰۰۴	بازده در بارگیری ۵۰٪	1 phase: 10-50 kVA 3 phase: 25-2500 kVA Voltage: 11 and 22 kV	استرالیا نیوزیلند	۱
ABNT NBR 5356	اجباری تا به امروز	بازده در بارگیری ۱۰۰٪	1 phase: 5 to 100 kVA 3 phase: 15 to 300 kVA Voltage: 15, 24.2 & 36.2kV	برزیل	۲
CSA C802.1	اختیاری از سال ۲۰۰۰	بازده در بارگیری ۵۰٪	1 phase: 10-833 kVA 3 phase: 15-3000 kVA	کانادا	۳
JB/T 10317-02 GB 20052-2013	اجباری	بازده در بارگیری ۱۰۰٪	1 phase: 5-160 kVA 3 phase: 30-1600 kVA	چین	۴

جمع بندی استانداردهای بین المللی در زمینه راندمان ترانسفورماتور (ادامه)

36

EN50464-1:2007	اختیاری در حال گذار به اجباری	بازده در بارگیری ۱۰۰٪	3 phase: 50-2500 kVA; Voltage: 24 and 36kV (draft: 3 phase: 25-3150 kVA)	اتحادیه اروپا	۵
IS 1180	اختیاری منوط به ستاره گذاری	بازده در بارگیری ۱۰۰٪ و ۵۰٪	3 phase: 16-200 kVA for labelling	هندوستان	۶
IS 5484	اجباری از سال ۲۰۱۱	بازده در بارگیری ۱۰۰٪	100-2500 kVA Voltage: 22kV or 33kV	رژیم اشغالگر قدس	۷
Top-Runner	اجباری از سال ۲۰۰۸ به روز رسانی شده از ۲۰۱۳	<500 kVA: 40% >500 kVA: 50%	1 phase: 5-500 kVA 3 phase: 10-2000 kVA both 50 and 60 Hz	ژاپن	۸
KS C4306 and C4317 ; C4316	اجباری از ۲۰۱۲	بازده در بارگیری ۵۰٪	1 phase 10-100 kVA; 1 and 3 phase; 3.3-6.6kV, 100-3000 kVA 1 and 3 phase; 22.9kV, 100-3000 kVA & 10-3000 kVA	کره جنوبی	۹
NOM-1997 002-SEDE	اجباری از ۱۹۹۹	بازده در بارگیری ۵۰٪	1 phase: 5-167 kVA 3 phase: 15-500 kVA Voltage: 15, 25 and 34.5 kV	مکزیک	۱۰
10 CFR 431	اجباری از سال ۲۰۱۰ به روز رسانی شده از ۲۰۱۶	بازده در بارگیری ۵۰٪	1 phase: 10-833 kVA 3 phase: 15-2500	ایالات متحده	۱۱

هادی و کابل - استانداردهای ملی و بین المللی در زمینه تلفات



عوامل اصلی که باعث تلفات مضاعف خطوط می‌شوند، عبارت‌اند از:

▶ خطوط با سطح مقطع کوچک

▶ طول مدار

▶ بارهای نامتعادل

▶ ضریب توان پایین

▶ ولتاژ بهره برداری پایین

▶ استانداردهای ملی و بین المللی در زمینه هادی و کابل صرفاً به مبحث مقاومت واحد طول پرداخته اند و مباحثی نظیر تلفات و راندمان مورد توجه قرار نگرفته است.

مقادیر استانداردهای ملی و خارجی در خصوص هادی و کابل



ردیف	شرکت سازنده	کد	سطح مقطع (mm ²)	حداکثر مقاومت DC در ۲۰°C (Ω)	استاندارد
۱	آفریقای جنوبی	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۶	-
۲	عمان	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	BS EN 50182
۳	سريلانكا	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	IEC 61089
۴	هند	Fox	۳۶.۲۱	۰.۷۸۵۷	IS 398-2
۵	کره جنوبی	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۲۷	BS 215-2
۶	ایالات متحده	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۱۲	BS EN 50182
۷	اسپانیا	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۲۲	BS 215-2
۸	آلمان	Fox	۳۶.۶۶	۰.۷۸۳	EN 50182
۹	ایران	Fox	۳۶.۷	۰.۷۸۲۷	BS 215

ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری - استانداردهای ملی و بین المللی در زمینه تلفات



- ▶ در مراجع استانداردهای داخلی این ادوات از منابعی چون استفاده شده است که این استاندارد در حال حاضر منسوخ و حذف شده است و یا استاندردی مثل مدنظر قرار گرفته است که در این استانداردها به بازده، تلفات و حتی مقاومت الکتریکی این تجهیزات پرداخته نشده است.
- ▶ از طرف دیگر با پیشرفت تکنولوژی، ادواتی مثل ترانسفورماتورهای جریان الکترونیکی به صنعت برق وارد شده‌اند که متعاقباً استانداردهای خاصی هم برای آنها تدارک دیده شده است که در منابع داخلی، استانداردهای متناظر وجود ندارد.
- ▶ در مراجع داخلی نظیر *استاندارد ترانسفورماتورهای جریان نوع روغنی و استاندارد ترانسفورماتور ولتاژ خازنی*، تنها به ارائه اطلاعات کلی این ادوات نظیر ولتاژ و فرکانس نامی و سطوح عایقی بسنده شده است.

ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری - استانداردهای ملی و بین المللی در زمینه تلفات (ادامه)



- ▶ در تعداد معدودی از استانداردهای IEC مرتبط، به عناوینی چون تلفات، بازده و یا مقاومت الکتریکی توجه شده است. به عنوان مثال در
- ▶ در این استاندارد هم تنها به ذکر موردی محدوده مقاومتی اشاره شده است.

Rb	Rct	نوع
مقاومت بار	مقاومت سیم بندی	
3,0 Ω	$\leq 2,0 \Omega$	class PX
5,0 Ω	$\leq 2,0 \Omega$	class TPY 20x12,5
5,0 Ω	$\leq 2,0 \Omega$	class TPZ 20x12,5



1. آیا در حال حاضر مقدار تلفات در روند انتخاب یک تجهیز جهت خرید و نصب در شبکه توزیع تاثیرگذار است؟
2. چه تجهیزاتی در شبکه توزیع برق دارای بیشترین میزان تولید تلفات هستند؟
3. چه تجهیزاتی بیشترین پتانسیل کاهش تلفات را دارا می باشند؟



با تشکر